

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

Vehicle dynamic regulator computes additional resultant longitudinal and/or lateral forces used as correction values for yaw moment and forces computed by subordinate systems

Patent Number: DE19936786

Publication date: 2000-11-30

Inventor(s): LATARNIK MICHAEL (DE)

Applicant(s): CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG (DE)

Requested Patent: DE19936786

Application Number: DE19991036786 19990809

Priority Number(s): DE19991036786 19990809; DE19981036025 19980810

IPC Classification: B60T8/60

EC Classification: B60T8/00B10H

Equivalents:

Abstract

The ESP regulator has hierarchically organized basic functions including at least one vehicle dynamic or GMR regulator and an ABS system and further basic functions, e.g. ASR, MSR, etc., whereby the GMR regulator is superior to the other basic functions or systems and computes an additional yaw moment. The GMR regulator computes additional resultant longitudinal and/or lateral forces that are evaluated as correction values for the yaw moment, longitudinal and/or lateral forces computed by the subordinate basic functions or systems. An Independent claim is also included for a vehicle dynamic regulator, esp. with an ESP regulator.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑯ DE 199 36 786 A 1

⑯ Int. Cl.⁷:
B 60 T 8/60

⑯ Aktenzeichen: 199 36 786.8
⑯ Anmeldetag: 9. 8. 1999
⑯ Offenlegungstag: 30. 11. 2000

⑯ Innere Priorität:
198 36 025. 8 10. 08. 1998

⑯ Erfinder:
Latarnik, Michael, Dr., 61381 Friedrichsdorf, DE

⑯ Anmelder:
Continental Teves AG & Co. oHG, 60488 Frankfurt,
DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

⑯ ESP-Regler für Kraftfahrzeuge

⑯ Bei einem ESP-Regler für Kraftfahrzeuge, der als Basisfunktionen mindestens einen Fahrzeugdynamikregler (GMR) und ein Antiblockiersystem (ABS oder ABSplus) enthält und weitere Basisfunktionen oder Systeme, wie ASR, MSR, EBV, aufweisen kann, sind die Basisfunktionen hierarchisch organisiert, wobei der Fahrzeugdynamikregler (GMR-Regler) den übrigen Systemen übergeordnet ist. Dabei errechnet der Fahrzeugdynamikregler (GMR-Regler) auf Basis der Giergeschwindigkeitsabweichung von der für die aktuelle Fahrsituation vordefinierten Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit und der Abweichung des geschätzten Fahrzeugschwimmwinkels ein zusätzliches Giermoment (ΔM) und zusätzliche resultierende Längs- und Seitenkräfte (ΔF_L , ΔF_S). Diese Größen (ΔM , ΔF_{quer} , ΔF_{langs}) werden dann als Korrekturwerte für die von den untergeordneten Systemen oder Basisfunktionen erzeugten Giermomente, Seiten- und Längskräfte ausgewertet.

DE 199 36 786 A 1

DE 199 36 786 A 1

DE 199 36 786 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen ESP-Regler für Kraftfahrzeuge, mit hierarchisch organisierten Basisfunktionen, die mindestens einen Fahrzeugdynamikregler (GMR) und ein Antiblockiersystem (ABS oder ABSplus) umfassen und der weitere Basisfunktionen oder Systeme, wie ASR, MSR, EBV, ICC, BA etc., aufweisen kann, wobei der Fahrzeugdynamikregler (GMR-Regler) den übrigen Basisfunktionen oder Systemen übergeordnet ist und ein zusätzliches Giermoment (ΔM) berechnet.

Systeme zur Regelung der Fahrdynamik, sog. ESP-Systeme oder ESP-Regler, von Kraftfahrzeugen sind aus dem Stand der Technik in vielerlei Modifikationen bekannt. Hierbei werden im allgemeinen aus Meß- und Schätzgrößen Soll-Größen bestimmt, deren Einregelung mit Hilfe von individuell einstellbaren Bremsmomenten an den Radbremsen zur Stabilisierung des Fahrverhaltens beitragen. Das ESP-System benutzt dabei ABS, ABSplus und ASR etc. Basisfunktionen und bedient sich zusätzlich weiterer Aktuatorik und Sensorik. Hierbei werden im allgemeinen als Meßgrößen die Radgeschwindigkeiten der Räder, die Giergeschwindigkeit, die Querbeschleunigung und der Lenkwinkel des Fahrzeugs verwendet.

Aus der DE 44 46 592 A1 ist ein modulares Fahrdynamikregelsystem bekannt, das aufwärts kompatibel zu vorhandenen Serienreglern ist. Man erhält so eine hierarchisch strukturierte Fahrdynamikregelung mit einem übergeordneten GMR-Regler für die Fahrzeugbewegung und unterlagerten Reglern für die Fahrzeugbremse (Antiblockiersystem) bzw. für den Antriebsstrang (Antriebsschlupfregelung, Getriebesteuerung). Dabei sind das unterlagerte Antiblockiersystem (Regelung des Radschlups bzw. der Radverzögerung) oder weitere Basisfunktionen als sog. "stand alone"-Serienregler ausgebildet, die zusätzlich mit einer Schnittstelle zum überlagerten GMR-Regler versehen sind. Dies hat den Vorteil, dass die unterlagerten Regler nicht extra entwickelt und appliziert werden müssen. Insbesondere ist eine Mehrfachnutzung von Systemkomponenten für verschiedene Regelungssysteme möglich.

Ein Modul ist im allgemeinen Sprachgebrauch ein integrierter Bestandteil eines Gesamtsystems mit einer weitgehend eigenständigen Funktion.

Der Begriff "modulares Fahrdynamikreglersystem" umfaßt demgemäß ein System, in dem diverse funktionale Software-Basisfunktionen (ABS, ABSplus, EBV, GMR etc.) zwar zu einer Einheit zusammengefaßt sind und in einem gemeinsamen elektronischen Regler zur Auswirkung kommen, jedoch über geeignete Schnittstellen so voneinander entkoppelt sind, dass sie weitgehend autonom lokale Ziele verfolgen können.

Ziel des Antiblockiersystems ist es, einen minimalen Bremsweg bei akzeptabler Lenkbarkeit und Stabilität des Fahrzeugs zu erreichen, während die Antriebsschlupfregelung (ASR) eine maximale Traktion bei akzeptabler Lenkbarkeit und Stabilität anstrebt.

Über eine einfache Bestimmung der Prioritäten, z. B. in Form ABS vor ASR etc., wird der Zugriff auf die Aktuatorik festgelegt.

Die untergeordneten Basisfunktionen oder Systeme müssen dabei die lokalen Ziele und diese einfachen Prioritätsentscheidungen auch mit teilweise fehlenden Sensorinformationen ausführen, so daß die Standardfunktionalität gewährleistet ist.

Der übergeordnete GMR-Regler übernimmt dabei die Bewertung der von den untergeordneten Basisfunktionen ermittelten Größen nach deren Prioritätsentscheidungen für lokale Ziele und entscheidet.

Bei einem aus ATZ Automobile Technische Zeitschrift 96 (1994) 11, Seiten 674–688 bekanntem Fahrdynamikregler, dem ESP-Regler, werden durch Sollschlupfänderungen, die von den unterlagerten Brems- und Antriebsschlupfreglern eingestellt werden müssen, Längskräfte und damit auch indirekt die Seitenkräfte an einem Rad so geändert, dass ein Zusatzgiermoment dem Kraftfahrzeug aufgeprägt wird, welches über eine Drehung um die Hochachse des Kraftfahrzeugs einem "übersteuernden" oder "untersteuernden" Fahrverhalten entgegenwirkt. Wenn jedoch der Haftreibwert niedriger ist als der Wert der Querbeschleunigung entlang der stationären Sollspur, dann ist dieser Soll-Wert zu groß und muß von einer Schwimmwinkelregelung auf einen Wert reduziert werden, der dem physikalisch noch fahrbaren Spurverlauf entspricht.

Der Fahrdynamikregler regelt die beiden Zustandsgrößen Giergeschwindigkeit und Schwimmwinkel und berechnet das Giermoment, das benötigt wird, um die Ist-Zustandsgrößen den Soll-Zustandsgrößen anzugeleichen.

Dies führt zu einem noch physikalisch fahrbaren Spurverlauf, der von der Fahrspur erheblich abweichen kann, weil die Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs in Längs- und Querrichtung für den aktuellen Haftreibwert zu hoch ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen ESP-Regler für Kraftfahrzeuge zu schaffen, der durch flexible Koordination der Basismodulaufgaben eine verbesserte Fahrdynamikregelung ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfundengemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Der Grundgedanke der Erfindung ist also darin zu sehen, dass neben der Berechnung des Giermoments durch Berechnung der zusätzlichen resultierenden Längs- und/oder Seitenkräfte oder der radindividuellen Längs- und/oder Seitenkräfte im Fahrzeugdynamikregler, diese Größen als Korrekturwerte für die von den untergeordneten Basisfunktionen oder Systemen errechneten oder erzeugten Seiten- und/oder Längskräfte ausgewertet bzw. bestimmt werden. Diese Kräfte und das Giermoment werden vorzugsweise additiv zu dem schon vom ABSplus und anderen untergeordneten Basisfunktionen wie EBV, MSR, ASR erzeugten Giermoment, den Seiten- und den Längskräften zugeordnet. Durch die Bereitstellung der zusätzlichen Längs- und/oder Seitenkräfte durch den Fahrzeugdynamikregler ist eine zusätzliche Stabilisierung des Fahrzeugverhaltens während einer ESP-Regelung bei einer Kurvenfahrt des Kraftfahrzeugs möglich. Denn neben der selektiven Ansteuerung der Radbremsen der Räder zum Erzeugen eines Zusatzdrehmoments um die Hochachse des Fahrzeugs entgegengesetzt zum detektierten "übersteuernden" oder "untersteuernden" Fahrverhalten des Fahrzeugs ist eine Geschwindigkeitsregelung über die zusätzlichen resultierenden Längs- und Seitenkräfte möglich. Die Verbesserung der Systemmodularität wird folglich dadurch erreicht, indem der ESP-Regler die Vorgaben Giermoment, resultierende Längs- und/oder Seitenkräfte an die unterlagerten Basisfunktionen oder Systeme weiterleitet. In diesen werden die Sollgrößen mit den eigenen superponiert und die Aktuatoren entsprechend betätigt.

DE 199 36 786 A 1

Gemäß einer Ausbildung berechnet der Fahrzeugdynamikregler das zusätzliche Giermoment und/oder die zusätzlichen Längs- und/oder Seitenkräfte auf Basis der Giergeschwindigkeitsabweichung von der für die aktuelle Fahrsituation vordefinierten Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit und der Abweichung des geschätzten Fahrzeugschwimmwinkels und verwendet die Größen für die Bestimmung der Sollwerte M_{Soll} , $F_{L,Soll}$ und $F_{S,Soll}$ nach

$$\begin{bmatrix} F_{L,Soll} \\ F_{S,Soll} \\ M_{Soll} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{L/Soll,Basis} \\ F_{S/Soll,Basis} \\ M_{Soll,Basis} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta F_L \\ \Delta F_S \\ \Delta M \end{bmatrix} \quad 10$$

wobei M_{Soll} , $F_{L,Soll}$ und $F_{S,Soll}$ die Sollwerte für die Fahrzeugaktuatoren darstellen. Die Fahrzeugaktuatoren können als Druckregler, Kraftregler und/oder Motormomentregler ausgebildet sein. Die vorgeschlagene Schnittstelle (ΔM , ΔF_L , ΔF_S) basiert auf universellen physikalischen Größen. Dadurch ist die Anwendung der hierarchischen Struktur nach der Erfahrung für ein sehr breites Spektrum von Sensoren (Kräftemessung im oder am Reifen oder der Radaufhängung, radiodividuelle Druckmessung, etc.) und Aktuatoren (Radkräfteregelung, Momentenregelung, etc.) sehr vereinfacht und von einer Basisfunktion oder System auf ein anderes ohne Aufwand übertragbar.

Eine weitere Ausbildung der Erfahrung sieht vor, dass der Fahrzeugdynamikregler das zusätzliche Giermoment und/oder die zusätzlichen Längs- und/oder Seitenkräfte nach der Beziehung

$$\begin{bmatrix} \Delta F_L \\ \Delta F_S \\ \Delta M \end{bmatrix} = f \left\{ \beta_{soll}, \beta_{ist}, \dot{\psi}_{soll}, \dot{\psi}_{ist}, a, \lambda, v_x, v_y, \mu, \alpha, F_{L/Ist}, F_{S/Ist}, F_{L/Soll,Basis}, F_{S/Soll,Basis}, M_{Soll,Basis} \right\} \quad 25$$

mit

β_{soll} = Soll-Schwimmwinkel

30

β_{ist} = Ist-Schwimmwinkel

$\dot{\psi}_{soll}$ = Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit

$\dot{\psi}_{ist}$ = Ist-Gierwinkelgeschwindigkeit

a = Querbeschleunigung

λ = Schlupfwerte ($\lambda = [\lambda_{VL}, \lambda_{VR}, \lambda_{HL}, \lambda_{HR}]$)

35

v_x = Fahrzeug-Längsgeschwindigkeit

v_y = Fahrzeug-Quergeschwindigkeit

μ = Reibwert ($\mu = [\mu_{VL}, \mu_{VR}, \mu_{HL}, \mu_{HR}]$)

α = Schräglauwinkel ($\alpha = [\alpha_{VL}, \alpha_{VR}, \alpha_{HL}, \alpha_{HR}]$)

$F_{L/Ist}$ = berechnete oder gemessene Ist-Reifenlängskräfte ($F_L = [F_{L,VL}, F_{L,VR}, F_{L,HL}, F_{L,HR}]$)

40

$F_{S/Ist}$ = berechnete oder gemessene Ist-Reifenseitenkräfte ($F_S = [F_{S,VL}, F_{S,VR}, F_{S,HL}, F_{S,HR}]$)

$F_{L/Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler) berechnete Soll-Reifenlängskräfte

$F_{S/Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler) berechnete Soll-Seitenkräfte

$M_{Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler) berechnetes Soll-Giermoment

berechnet und für die Bestimmung der Sollwerte verwendet. Die vorgeschlagene Aufteilung der Aufgaben und Schnittstellen zwischen dem GMR-Regler als übergeordnete Basisfunktion oder System und anderen Basisfunktionen ermöglicht eine einfache Einführung einer Vor- oder Pre-ESP-Regelung. Dieser Pre-ESP Eingriff wirkt vorbeugend und vereinfacht oder verhindert den konventionellen ESP-Eingriff. Dadurch kann die Sicherheit und der Komfort in einer hoch dynamischen Fahrsituation verbessert werden.

45

Nach einer weiteren Ausbildung weist der ESP-Regler als untergeordnete Basisfunktion oder System zumindestens ein ABS oder ABSplus und ein ASR auf. Dabei wird in den untergeordneten Systemen eine Bremsdruckregelung vorrangig von dem ABS oder ABSplus bestimmt und erforderlichenfalls von dem ASR und/oder von anderen untergeordneten Systemen korrigiert. Diese Bestimmung der Bremsdruckregelung in der untergeordneten Basisfunktion oder System durch das ABS oder ABSplus gewährleistet eine sehr einfache Koordination für den Bremseneingriff, weil das ABS-Modul die umfangreichsten Informationen über die Radzustände und Raddrücke sowie -kräfte ermittelt und anwendet. Diese Koordination ist dann an einem Modul gebunden, das nahezu in jedem Fahrzeug mit Bremseneingriff vorhanden ist.

50

Ein Eingriff in die Antriebsmotorsteuerung wird in dem ESP-Regler vorrangig von dem ASR bestimmt und erforderlichenfalls von dem ABS oder ABSplus und/oder von den anderen untergeordneten Funktionen bzw. Systemen berücksichtigt. Dadurch wird eine sehr einfache Koordination für Eingriffe in den Motor oder die Gangübersetzung erreicht, weil das ASR Modul die umfangreichsten Informationen über das Motormoment und/oder die Gangübersetzung ermittelt und anwendet: Diese vereinfachte Koordination ist dann an einem Modul gebunden, der ebenfalls in vielen Fahrzeugen vorhanden ist.

55

Der ESP-Regler ist über eine ESP-Signalaufbereitung (Sensorsignalvorbereitung und Signalgütekennung) mit einer Vielzahl Sensoren, wie Lenkwinkelsensor, Bremsdrucksensor, Motormomentsensor, Gangschaltungssensor, Querbeschleunigungssensor, Giergeschwindigkeitssensor, Radgeschwindigkeitssensoren verbunden, deren Sensorsignale vorverarbeitet und dann dem ESP-Regler zur Verfügung gestellt werden. Die Sensor-Signale enthalten Informationen über den Zustand des Fahrzeugs und werden mittels einer Intermodul-Kommunikation an Signalaufbereitungen von ABS/

60

65

DE 199 36 786 A 1

EBV und ASR/MSR weitergeleitet. Diese Signale werden dort genutzt, um bereits vorhandene abgeleitete Signale zu ergänzen oder in ihrer Genauigkeit zu erhöhen. Im Falle einer fehlerhaften ESP-Sensorik wird eine Sensorersatzsignalberechnung auf der Basis der konventionellen ABS-Sensoren realisiert und dadurch die ABSplus- bzw. ABS oder EBV-Standardfunktion gewährleistet. Der ESP-Regler weist hierzu eine Vorrichtung zum Ersetzen eines fehlerhaften Sensorsignals auf, Mittel zum Überprüfen eines Sensorsignals auf Richtigkeit, Mittel zum Erkennen eines fehlerhaften Sensorsignals, Mittel zum Bilden eines Ersatzsignals aus dem Ausgangssignal eines oder mehrerer anderer Sensoren und Umschaltmittel zum Verbinden der Vorrichtung mit den Basisfunktionen oder Systemen. Dadurch, dass über die Umschaltmittel die Basisfunktionen oder Systeme mit der Vorrichtung verbunden werden können, ist bei Fehlern in der Standardsensorik einer Basisfunktion immer die Funktion der untergeordneten Basisfunktion oder des Systems gewährleistet. Bei Fehlern in der ABS-Standardsensorik kann eine Notlauf-EBV-Funktion aktiviert werden.

Mit dem ESP-Regler wird eine Fahrdynamikregelung eines Fahrzeugs auf der Basis der zusätzlichen resultierenden oder radindividuellen Längs- und/oder Seitenkräfte und/oder des Giermoments nach der Beziehung

$$15 \quad \begin{bmatrix} \Delta F_L \\ \Delta F_S \\ \Delta M \end{bmatrix} = f \left\{ \beta_{soll}, \beta_{ist}, \dot{\psi}_{soll}, \dot{\psi}_{ist}, a, \lambda, v_x, v_y, \mu, \alpha, F_{L/Ist}, F_{S/Ist}, F_{L/Soll,Basis}, F_{S/Soll,Basis}, M_{Soll,Basis} \right\}$$

20 mit

β_{Soll} = Soll-Schwimmwinkel

β_{ist} = Ist-Schwimmwinkel

$\dot{\psi}_{soll}$ = Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit

$\dot{\psi}_{ist}$ = Ist-Gierwinkelgeschwindigkeit

25 a = Querbeschleunigung

λ = Schlupfwerte ($\lambda = [\lambda_{VL}, \lambda_{VR}, \lambda_{HL}, \lambda_{HR}]$)

v_x = Fahrzeug-Längsgeschwindigkeit

v_y = Fahrzeug-Quergeschwindigkeit

μ = Reibwert ($\mu = [\mu_{VL}, \mu_{VR}, \mu_{HL}, \mu_{HR}]$)

30 α = Schräglauwinkel ($\alpha = [\alpha_{VL}, \alpha_{VR}, \alpha_{HL}, \alpha_{HR}]$)

$F_{L/Ist}$ = berechnete oder gemessene Ist-Reifenlängskräfte ($F_L = [F_{L,VL}, F_{L,VR}, F_{L,HL}, F_{L,HR}]$)

$F_{S/Ist}$ = berechnete oder gemessene Ist-Reifenseitenkräfte ($F_S = [F_{S,VL}, F_{S,VR}, F_{S,HL}, F_{S,HR}]$)

$F_{L/Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler) berechnete Soll-Reifenlängskräfte

$F_{S/Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler) berechnete Soll-Seitenkräfte

35 $M_{Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler) berechnetes Soll-Giermoment

berechnet und mit Hilfe dieser berechneten Längs- und/oder Seitenkräfte und/oder des Giermoments eine die Geschwindigkeit in Längs- und/oder Querrichtung des Kraftfahrzeugs beeinflussende Längs- bzw. Seitenkraft und/oder ein Zusatzgiermoment für die Einstellung der Fahrzeugaktuatoren bestimmt.

Vorteilhaft wird anhand einer Bewertung der Längs- und/oder Seitenkräfte während einer Kurvenfahrt eine Veränderung der Längskraft auf der Basis des für die aktuelle Fahrsituation vordefinierten Reibwertes und der Beurteilung der aktuellen Geschwindigkeit in Längs- und/oder Querrichtung unter Berücksichtigung der Eingaben des Fahrers über die Fahrzeugaktuatoren vorgenommen. Durch die Bewertung der Längs- und/oder Seitenkräfte ist eine Bremsregelung während der Kurvenfahrt möglich, mittels der die Querdynamik des Fahrzeugs begrenzt werden kann, so dass eine kritische Fahrsituation bereits im Vorfeld vermieden wird. Der ESP-Regler tritt nicht in die Regelung ein und berechnet kein zusätzliches Giermoment, da die Geschwindigkeit in Längs- und Querrichtung begrenzt ist.

Führt eine Veränderung der Längskraft nicht zur vollständigen Unterdrückung der Gierbewegung, regelt der ESP-Regler die Größen Giermoment, Schwimmwinkel und die Längskraft. Der physikalisch noch fahrbare Spurverlauf nähert sich dabei durch die Geschwindigkeitsreduzierung der Soll-Fahrspur an. Die Stabilität des Fahrzeugs erhöht sich.

Nach einer weiteren Ausbildung der Erfahrung dienen das zusätzliche Giermoment und die zusätzliche Längskraft zur Festlegung von Druckgrößen und/oder des Motormoments, die über die Bremsdruckregelung ein Zusatzgiermoment und/oder eine Verringerung der Geschwindigkeit in Längsrichtung erzeugen, welche die Ist-Gierwinkelgeschwindigkeit zur Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit und/oder die Ist-Längsgeschwindigkeit zur Soll-Längsgeschwindigkeit hinführt. Die Verringerung der Ist-Längsgeschwindigkeit erfolgt bevorzugt durch eine gemeinsame Bremsdruckregelung der Vorderbremsen.

55 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

In der Fig. 1 ist ein modularer ESP-Regler dargestellt mit hierarchisch organisierten Basisfunktionen, die mindestens einen Fahrzeugdynamikregler 10 und ein Antiblockiersystem (ABS oder ABSplus) 11 umfassen. Weitere Basisfunktionen oder -systeme wie ASR 12, MSR 13, EBV 14 oder ICC, BA können in dem ESP-Regler vorgesehen werden. Der Fahrzeugdynamikregler ist den übrigen Basisfunktionen oder Systemen übergeordnet. Als untergeordnete funktionale

60 Basis arbeiten die Komponenten EBV und ABSplus, die gegenüber dem konventionellen Antiblockiersystem mit zusätzlichen Stabilisierungsmechanismen für Teil- und Vollbremsungen im Kurvenbereich ausgestattet sind. Die Komponenten MSR und ASR sorgen im wesentlichen durch Beeinflussung des Motormoments für Fahrstabilität im Schlepp- und Traktionsbetrieb, wobei das ASR auch noch ein BASR beinhaltet, also zusätzlich einen gezielten individuellen Bremseneingriff an den Antriebsrädern durchführen kann, um die Fahrzeugtraktion auf inhomogenen Fahrbahnen zu erhöhen.

65 Die wesentliche Komponente im ESP-Regler ist der GMR-Regler, der den Fahrer in allen kritischen Fahrsituationen unterstützt, indem Fahrstabilität und Lenkfähigkeit des Fahrzeugs im Kurvengrenzbereich durch eine exakte Radmomentenverteilung optimiert werden. Über eine Eingangsschnittstelle 15 werden die Eingangssignale der Sensoren eingelesen und den Basisfunktionen zugänglich gemacht. Während die Signale der vier Radgeschwindigkeitsensoren von allen Ba-

DE 199 36 786 A 1

sisfunktionen verwendet werden, benötigt der GMR-Regler die Signale zusätzlicher Sensoren, um die Fahrdynamik des Fahrzeugs zu erfassen. Dem GMR-Regler werden die Signale des Querbeschleunigungs-Sensors, des Giergeschwindigkeits-Sensors, des Lenkradwinkel-Sensors, des Bremsdruck-Sensors und des Motormoments-Sensors und optional des Sensors, der ein Signal über den eingelegten Gang zur Verfügung stellt, über eine Signalaufbereitung zugeführt. In der Signalaufbereitung durchlaufen die Signale eine Sensorsignalvorbereitung und eine Signalgüteerkennung. Danach können die Signale in den verschiedenen Basisfunktionen oder Systemen verwendet werden. Im Rahmen der Signalaufbereitung und Signalgüteerkennung können die Signale gefiltert werden oder es können andere Signalanpassungen erfolgen.

Im Falle einer fehlerhaften ESP-Sensorik gelangen die Signale in eine Vorrichtung 17 zum Ersetzen des fehlerhaften Sensorsignals. Die Vorrichtung 17 weist eine Überprüfungseinrichtung zum Überprüfen des Signals des Sensors auf Richtigkeit und Erkennen des fehlerhaften Signals und eine Ermittlungseinrichtung zum Ermitteln eines Ersatzsignals aus dem Ausgangssignal eines oder mehrerer anderer Sensoren auf. Über die Umschalteinrichtung 16 wird auf die Erkennung eines fehlerhaften Sensorsignals hin das Ersatzsignal anstelle des fehlerhaften Sensorsignals den Basisfunktionen zugeführt, indem der Umschalter 16 die Vorrichtung 17 mit der Eingangsschnittstelle verbindet. Der ESP-Regler weist weiterhin einen Rechenmodul 19 auf, in dem mittels modellhafter Sensorik geschätzte z. B. Raddrücke für alle vier Räder des Fahrzeugs ermittelt werden. Entsprechende Modelle zur Temperaturschätzung oder für die Gangübersetzung oder den Reibwert μ können in dem Modul vorgesehen werden.

Die Basisfunktionen oder Systeme sind über die Intermodul-Kommunikation 18 miteinander verbunden und tauschen Informationen untereinander aus. Das bedeutet, dass eine Basisfunktion, die über spezielle Informationen des Fahrzustands verfügt, wie insbesondere der GMR-Regler, diese auch den untergeordneten Basisfunktionen oder Systemen zur Verfügung stellt. Auf diese Weise wird die Qualität der untergeordneten Basisfunktionen, beispielsweise des ABSplus, erhöht, indem zum einen die Erkennung von Kurvenmanövern absichert wird, zum anderen bei sicher erkannter Geradeausbremsung auf Hochreißwert-Fahrbahnen ganz gezielt die Bremsleistung optimiert und damit die physikalischen Maximalwerte ausschöpft. Der modulare ESP-Regler bewirkt, dass bei Ausfall eines Sensors, der nur vom GMR-Regler zwingend benötigt wird, auch nur eine Abschaltung dieses GMR-Reglers erfolgt, während alle anderen Basisfunktionen weiterhin fehlerfrei arbeiten können. Für das ABSplus bedeutet dies, dass nach dem oben genannten Beispiel die Kurvenerkennung nicht mehr durch die ESP-Sensoren gestützt, sondern in konventioneller Weise durch die Berechnung geeigneter Hilfsignale der modellhaften Sensorik fortgesetzt wird. Dazu benutzt das ABS nur noch die Radgeschwindigkeitssensoren und ermittelt die Kurvenfahrt anhand von Geometrieschlupf und bestimmten Radgeschwindigkeitsmustern. Dieser Algorithmus wird auch im fehlerfreien Betrieb durchlaufen. Die ESP-Sensoresignale sorgen zusätzlich für eine schnellere, eindeutigere Erkennung. Auf der Rückfallebene arbeitet das ABS also mit einer Leistung, die einer ABS-Funktion ohne übergeordneten GMR-Regler entspricht. Auf diese Weise wird eine maximale Restfunktionalität sichergestellt.

Jede Basisfunktion oder System verfügt dazu weiterhin über ein eigenes Failsafe-Modul, um ebenfalls unabhängig von anderen Komponenten und deren Status eine ständige Selbstüberprüfung durchführen zu können. Über die Ausgangsschnittstelle erfolgt die Ansteuerung der Fahrzeugaktuatoren sowie des Fahrzeug-Datenbus-Systems. Damit in einem Zeitpunkt immer nur eine Basisfunktion direkten Zugriff zu den Ressourcen hat, erfolgt entweder über die Intermodul-Kommunikation auch eine Koordination der Basisfunktionen oder Systeme oder das Antiblockiersystem, nämlich das ABS oder ABSplus, übernimmt diese Funktion der Koordination als dem GMR-Regler direkt untergeordnete Basisfunktion (strichulierte Darstellung in der Zeichnung).

Wie die Zeichnung zeigt, berechnet der GMR-Regler ein zusätzliches Giermoment (ΔM) und zusätzliche resultierende Längs- und/oder Seitenkräfte (ΔF_L , ΔF_S) und greift in die Regelung des unterlagerten Antiblockiersystems oder des ABSplus dann ein, wenn die momentan vorliegenden Längs- und/oder Seitenkräfte und/oder die Gierwinkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs außerhalb von zulässigen Grenzwerten liegen. Die Grenzwerte wiederum hängen ab von dem Fahrzustand und der Fahrsituation des Fahrzeugs. Der GMR-Regler wertet diese Größen (ΔF_L , ΔF_S , ΔM) als Korrekturwerte für die von den untergeordneten Systemen oder Basisfunktionen errechneten oder erzeugten Giermomente, Längs- und/oder Seitenkräfte aus. Die Berechnung von ΔF_L , ΔF_S , ΔM erfolgt nach der Beziehung

$$\begin{bmatrix} \Delta F_L \\ \Delta F_S \\ \Delta M \end{bmatrix} = f \left\{ \beta_{soll}, \beta_{ist}, \dot{\psi}_{soll}, \dot{\psi}_{ist}, a, \lambda, v_x, v_y, \mu, \alpha, F_{L/Ist}, F_{S/Ist}, F_{L/Soll,Basis}, F_{S/Soll,Basis}, M_{Soll,Basis} \right\}$$

oder auf Basis der Giergeschwindigkeitsabweichung von der für die aktuelle Fahrsituation vordefinierten Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit und der Abweichung des geschätzten Fahrzeugschwimmwinkels. Während nach der Beziehung

$$\begin{bmatrix} \Delta F_L \\ \Delta F_S \\ \Delta M \end{bmatrix} = f \left\{ \beta_{soll}, \beta_{ist}, \dot{\psi}_{soll}, \dot{\psi}_{ist}, a, \lambda, v_x, v_y, \mu, \alpha, F_{L/Ist}, F_{S/Ist}, F_{L/Soll,Basis}, F_{S/Soll,Basis}, M_{Soll,Basis} \right\}$$

mit

β_{soll} = Soll-Schwimmwinkel

β_{ist} = Ist-Schwimmwinkel

$\dot{\psi}_{soll}$ = Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit

$\dot{\psi}_{ist}$ = Ist-Gierwinkelgeschwindigkeit

DE 199 36 786 A 1

a = Querbeschleunigung

λ = Schlupfwerte $\{\lambda = [\lambda_{VL}, \lambda_{VR}, \lambda_{HL}, \lambda_{HR}]\}$

v_x = Fahrzeug-Längsgeschwindigkeit

v_y = Fahrzeug-Quergeschwindigkeit

5 μ = Reibwert $\{\mu = [\mu_{VL}, \mu_{VR}, \mu_{HL}, \mu_{HR}]\}$

α = Schräglauwinkel $\{\alpha = [\alpha_{VL}, \alpha_{VR}, \alpha_{HL}, \alpha_{HR}]\}$

$F_{L,Ist}$ = berechnete oder gemessene Ist-Reifenlängskräfte $\{F_L = [F_{L,VL}, F_{L,VR}, F_{L,HL}, F_{L,HR}]\}$

$F_{S,Ist}$ = berechnete oder gemessene Ist-Reifenseitenkräfte $\{F_S = [F_{S,VL}, F_{S,VR}, F_{S,HL}, F_{S,HR}]\}$

$F_{L,Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler) berechnete Soll-Reifenlängskräfte

10 $F_{S,Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler) berechnete Soll-Seitenkräfte

$M_{Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler) berechnetes Soll-Giermoment

eine direkte Berechnung des zusätzlichen Giermoments (ΔM) und/oder der zusätzlichen resultierenden Längs- und/oder Seitenkräfte ($\Delta F_L, \Delta F_S$) erfolgt, wird nach der zweiten Methode die Berechnung der Längs- und/oder Seitenkräfte über das Giermoment und die Fahrzeugschwimmwinkelabweichung berechnet. Die so berechneten Größen werden für die

15 Bestimmung der Soll-Werte M_{Soll} (zusätzliches Giermoment), $F_{L,Soll}$ (Soll-Längskraft) und $F_{S,Soll}$ (Soll-Seitenkraft) verwendet. Die Soll-Werte für das zusätzliche Giermoment, die Längskraft und/oder Seitenkraft stellen die endgültigen Größen für die Fahrzeugaktuatoren dar. Als Fahrzeugaktuatoren können Druckregler, Kraftregler oder Motormommentregler etc. eingesetzt werden.

Dieser GMR-Regler ermittelt somit in seinem Beobachterteil 21 unter Berücksichtigung der geschätzten Reibwerte 20 zwischen den Reifen und der Fahrbahn den vom Fahrer vorgegebenen Fahrzeugkurs in Form von einer Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit $d(\Psi_{soll})/dt$ und vom Soll-Fahrzeugschwimmwinkel β_{soll} und berechnet das zusätzliche Giermoment (ΔM) und die zusätzlichen resultierenden Längs- und Seitenkräfte ($\Delta F_L, \Delta F_S$). Mit Hilfe der berechneten Längs- und Seitenkräfte und/oder des Giermoments werden die Regelgrößen im untergeordneten Antiblockiersystem (ABS oder ABSplus) dahingehend korrigiert, daß Sollwerte nach der Beziehung

$$25 \quad \begin{bmatrix} F_{L,Soll} \\ F_{S,Soll} \\ M_{Soll} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{L/Soll,Basis} \\ F_{S/Soll,Basis} \\ M_{Soll,Basis} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta F_L \\ \Delta F_S \\ \Delta M \end{bmatrix}$$

gebildet werden, über die die Geschwindigkeit in Längs- und Querrichtung des Fahrzeugs beeinflusst wird. Dabei wird 30 anhand einer Bewertung der Längs- und/oder Seitenkräfte ($\Delta F_L, \Delta F_S$) während einer Kurvenfahrt eine Veränderung der Längskraft auf der Basis des für die aktuelle Fahrsituation geschätzten Reibwertes unter Beurteilung der aktuellen Geschwindigkeit in Längs- und/oder Querrichtung und unter Berücksichtigung der Eingaben des Fahrers vorgegeben und über den Koordinator des Antiblockiersystems oder der Intermodul-Kommunikation die Fahrzeugaktuatoren geregelt. Dadurch wird das Fahrverhalten eines Kraftfahrzeugs bei kritischer Haftung der Fahrzeigräder auf der Fahrbahn über die Verringerung der Geschwindigkeit am Beginn der Kurvenfahrt oder während einer Kurvenfahrt so weit verringert, 40 dass ein Giermoment oder Zusatzdrehmoment von dem Beobachter des ESP-Reglers nicht ermittelt wird und somit eine kritische Fahrsituation für den Fahrer verhindert wird. Bei einer hohen Querdynamik und ermittelten zusätzlichen Giermoment führt die zusätzliche Regelung der Längskraft, die zur Festlegung von Druckgrößen oder zur Veränderung des Motormoments dient, zu einer Reduzierung der Querdynamik über eine Verringerung der Geschwindigkeit in Längsrichtung durch Hinführung der Ist-Längsgeschwindigkeit zur Soll-Längsgeschwindigkeit. Der Spurverlauf des Fahrzeugs 45 wird bei gleichzeitigem Wirksamwerden des Giermoments bzw. Zusatzdrehmoments um die Hochachse des Fahrzeugs an den Spurverlauf des Fahrzeugs angenähert bzw. zu ihm hingeführt, der möglich wäre, bei griffiger Fahrbahn mit hohem Haftreibwert. Die vorgenannten Bremsregelung vor oder während der Giermomentenregelung regelt die Bremskräfte der Vorderradbremsen gemeinsam oder einzeln auf der Grundlage der Soll-Werte der im GMR-Regler ermittelten Längskräfte, denen die einseitig wirkenden Bremskräfte, die das zusätzliche Giermoment oder Zusatzdrehmoment des 50 Fahrzeugs um die Hochachse bewirken, den die Geschwindigkeit in Längsrichtung veränderten Bremskräften aufgeschaltet wird. Das zusätzliche Giermoment kann durch Druckabbau oder Druckaufbau an den einzelnen Rädern in Abhängigkeit von dem "untersteuernden" oder "übersteuernden" Fahrverhalten erzeugt werden.

Patentansprüche

55 1. ESP-Regler für Kraftfahrzeuge, mit hierarchisch organisierten Basisfunktionen, die mindestens einen Fahrzeugdynamikregler (GMR) und ein Antiblockiersystem (ABS oder ABSplus) umfassen und der weitere Basisfunktionen oder Systeme, wie ASR, MSR, EBV, ICC, BA etc., aufweisen kann, wobei der Fahrzeugdynamikregler (GMR-Regler) den übrigen Basisfunktionen oder Systemen übergeordnet ist und ein zusätzliches Giermoment (ΔM) berechnet, dadurch gekennzeichnet, daß der Fahrzeugdynamikregler (GMR-Regler) zusätzliche resultierende Längs- und/oder Seitenkräfte ($\Delta F_L, \Delta F_S$) oder die radindividuellen Längs- und/oder Seitenkräfte ($\Delta F_{L1}, \Delta F_{S1}$ bis $\Delta F_{L4}, \Delta F_{S4}$) berechnet und daß diese Größen ($\Delta M, \Delta F_L, \Delta F_S$) als Korrekturwerte für die von den untergeordneten Systemen oder Basisfunktionen errechneten oder erzeugten Giermomente, Längs- und /oder Seitenkräfte ($F_{L,Soll,Basis}, F_{S,Soll,Basis}$) ausgewertet werden.

60 2. ESP-Regler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Fahrzeugdynamikregler (GMR-Regler) das zusätzliche Giermoment (ΔM) und/oder die zusätzlichen resultierenden oder radindividuellen Längs- und/oder Seitenkräfte ($\Delta F_L, \Delta F_S$) auf Basis der Giergeschwindigkeitsabweichung von der für die aktuelle Fahrsituation vordefinierten Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit und der Abweichung des geschätzten Fahrzeugschwimmwinkels berech-

DE 199 36 786 A 1

net und für die Bestimmung der Sollwerte M_{Soll} , $F_{L,Soll}$ und $F_{S,Soll}$ nach

$$\begin{bmatrix} F_{L,Soll} \\ F_{S,Soll} \\ M_{Soll} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{L/Soll,Basis} \\ F_{S/Soll,Basis} \\ M_{Soll,Basis} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta F_L \\ \Delta F_S \\ \Delta M \end{bmatrix} \quad 5$$

verwendet, wobei M_{Soll} , $F_{L,Soll}$ und $F_{S,Soll}$ die Sollwerte für die Fahrzeugaktuatoren darstellen.

3. ESP-Regler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Fahrzeugdynamikregler (GMR-Regler) das zusätzliche Giermoment (ΔM) und/oder die zusätzlichen Längs- und/oder Seitenkräfte (ΔF_L , ΔF_S) nach der Beziehung

$$\begin{bmatrix} \Delta F_L \\ \Delta F_S \\ \Delta M \end{bmatrix} = f \left\{ \beta_{soll}, \beta_{ist}, \dot{\psi}_{soll}, \dot{\psi}_{ist}, a, \lambda, v_x, v_y, \mu, \alpha, F_{L/Ist}, F_{S/Ist}, F_{L/Soll,Basis}, F_{S/Soll,Basis}, M_{Soll,Basis} \right\} \quad 10 \quad 20$$

mit

β_{soll} = Soll-Schwimmwinkel

β_{ist} = Ist-Schwimmwinkel

$\dot{\psi}_{soll}$ = Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit

$\dot{\psi}_{ist}$ = Ist-Gierwinkelgeschwindigkeit

a = Querbeschleunigung

λ = Schlupfwerte ($\lambda = [\lambda_{VL}, \lambda_{VR}, \lambda_{HL}, \lambda_{HR}]$)

v_x = Fahrzeug-Längsgeschwindigkeit

v_y = Fahrzeug-Quergeschwindigkeit

μ = Reibwert ($\mu = [\mu_{VL}, \mu_{VR}, \mu_{HL}, \mu_{HR}]$)

α = Schräglauwinkel ($\alpha = [\alpha_{VL}, \alpha_{VR}, \alpha_{HL}, \alpha_{HR}]$)

$F_{L/Ist}$ = berechnete oder gemessene Ist-Reifenlängskräfte ($F_L = [F_{L,VL}, F_{L,VR}, F_{L,HL}, F_{L,HR}]$)

$F_{S/Ist}$ = berechnete oder gemessene Ist-Reifenseitenkräfte ($F_S = [F_{S,VL}, F_{S,VR}, F_{S,HL}, F_{S,HR}]$)

$F_{L/Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler) berechnete Soll-Reifenlängskräfte

$F_{S/Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler) berechnete Soll-Seitenkräfte

$M_{Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler) berechnetes Soll-Giermoment

berechnet und für die Bestimmung der Sollwerte M_{Soll} , $F_{L,Soll}$ und $F_{S,Soll}$ nach

$$\begin{bmatrix} F_{L,Soll} \\ F_{S,Soll} \\ M_{Soll} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta F_{L/Soll,Basis} \\ \Delta F_{S/Soll,Basis} \\ \Delta M_{Soll,Basis} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta F_L \\ \Delta F_S \\ \Delta M \end{bmatrix} \quad 40 \quad 45$$

verwendet, wobei M_{Soll} , $F_{L,Soll}$ und $F_{S,Soll}$ die Sollwerte für die Fahrzeugaktuatoren darstellen.

4. ESP-Regler nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzeugaktuatoren einen Druckregler und/oder Kraftregler und/oder Motormomentregler umfassen.

5. ESP-Regler nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß dieser als untergeordnete Systeme oder Funktionen zumindest ein ABS oder ABSplus und ein ASR umfaßt und daß eine Bremsdruckregelung vorrangig von dem ABS oder ABSplus bestimmt und erforderlichenfalls von dem ASR und/oder von anderen untergeordneten Systemen korrigiert wird.

6. ESP-Regler nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß dieser als untergeordnete Systeme oder Funktionen zumindest ein ABS oder ABSplus und ein ASR umfaßt und daß ein Eingriff in die Antriebsmotorsteuerung vorrangig von dem ASR bestimmt und erforderlichenfalls von dem ABS oder ABSplus und/oder von den anderen untergeordneten Funktionen bzw. Systemen korrigiert wird.

7. ESP-Regler nach einem der Ansprüche 1 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß den Basisfunktionen oder Systemen eine Vorrichtung zum Ersetzen eines fehlerhaften Sensorsignals zugeordnet ist, die Mittel zum Überprüfen eines Sensorsignals auf Richtigkeit, Mittel zum Erkennen eines fehlerhaften Sensorsignals, Mittel zum Bilden eines Ersatzsignals aus dem Ausgangssignal eines oder mehrerer anderer Sensoren und Umschaltmittel zum Verbinden der Vorrichtung mit den Basisfunktionen oder Systemen aufweist.

8. Fahrdynamikregelung insbesondere mit einem ESP-Regler nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, der mindestens einen Fahrzeugdynamikregler (GMR), in dem mindestens ein zusätzliches Giermoment (ΔM) berechnet wird und ein Antiblockiersystem (ABS oder ABSplus) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Fahrzeugdynamikregler (GMR-Regler) zusätzliche resultierende oder radindividuelle Längs- und/oder Seitenkräfte (ΔF_L , ΔF_S) nach der Beziehung

DE 199 36 786 A 1

$$5 \quad \begin{bmatrix} \Delta F_L \\ \Delta F_S \\ \Delta M \end{bmatrix} = f \left\{ \beta_{soll}, \beta_{ist}, \dot{\psi}_{soll}, \dot{\psi}_{ist}, a, \lambda, v_x, v_y, \mu, \alpha, F_{L/Ist}, F_{S/Ist}, F_{L/Soll,Basis}, F_{S/Soll,Basis}, M_{Soll,Basis} \right\}$$

mit

β_{soll} = Soll-Schwimmwinkel

β_{ist} = Ist-Schwimmwinkel

$\dot{\psi}_{soll}$ = Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit

$\dot{\psi}_{ist}$ = Ist-Gierwinkelgeschwindigkeit

a = Querbeschleunigung

λ = Schlupfwerte ($\lambda = [\lambda_{VL}, \lambda_{VR}, \lambda_{HL}, \lambda_{HR}]$)

v_x = Fahrzeug-Längsgeschwindigkeit

v_y = Fahrzeug-Quergeschwindigkeit

μ = Reibwert ($\mu = [\mu_{VL}, \mu_{VR}, \mu_{HL}, \mu_{HR}]$)

α = Schräglauwinkel ($\alpha = [\alpha_{VL}, \alpha_{VR}, \alpha_{HL}, \alpha_{HR}]$)

$F_{L/Ist}$ = berechnete oder gemessene Ist-Reifenlängskräfte ($F_L = [F_{L,VL}, F_{L,VR}, F_{L,HL}, F_{L,HR}]$)

20 $F_{S/Ist}$ = berechnete oder gemessene Ist-Reifenseitenkräfte ($F_S = [F_{S,VL}, F_{S,VR}, F_{S,HL}, F_{S,HR}]$)

$F_{L/Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler) berechnete Soll-Reifenlängskräfte

$F_{S/Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler) berechnete Soll-Seitenkräfte

$M_{Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler) berechnetes Soll-Giermoment

berechnet werden und daß mit Hilfe dieser berechneten Längs- und/oder Seitenkräfte ($\Delta F_L, \Delta F_S$) und/oder des Giermoments (ΔM) eine die Geschwindigkeit in Längs- und/oder Querrichtung des Kraftfahrzeugs beeinflussende Längs- bzw. Seitenkraft ($F_{L,Soll}, F_{S,Soll}$) und/oder ein Giermoment (M_{Soll}) für die Einstellung der Fahrzeugaktuatoren bestimmt wird.

9. Fahrdynamikregelung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Fahrzeugdynamikregler (GMR-Regler) anhand einer Bewertung der Längs- und Seitenkräfte ΔM und/oder ΔF_L und/oder ΔF_S während einer Kurvenfahrt eine Veränderung der Längskraft auf der Basis des für die aktuelle Fahrsituation geschätzten Reibwertes und der Beurteilung der aktuellen Geschwindigkeit in Längs- und/oder Querrichtung unter Berücksichtigung der Eingaben des Fahrers über die Fahrzeugaktuatoren vorgenommen wird.

10. Fahrdynamikregelung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß das zusätzliche Giermoment (ΔM) und die zusätzliche Längskraft (ΔF_L) zur Festlegung von Druckgrößen und/oder des Motormoments dienen, die über die Bremsdruckregelung ein Zusatzgiermoment und/oder eine Verringerung der Geschwindigkeit in Längsrichtung erzeugen, welche die Ist-Gierwinkelgeschwindigkeit zur Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit und/oder die Ist-Längsgeschwindigkeit zur Soll-Längsgeschwindigkeit hinführen.

11. Fahrdynamikregelung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Verringerung der Ist-Längsgeschwindigkeit durch eine gemeinsame Bremsdruckregelung der Vorderradbremsen erfolgt.

40 Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

- Leerseite -

